Modularer Keysight USB-Digital-Multimeter U2741A



Benutzer-handbuch

Anmerkung: Dieses Dokument enthält Verweise auf Agilent. Bitte beachten Sie, dass Agilents Elektronische Test- und Messtechnik jetzt unter dem Namen Keysight Technologies firmiert. Weitere Informationen finden Sie unter **www.keysight.com.**



Hinweise

Handbuchteilenummer

U2741-90002

Ausgabe

8. Auflage, Januar 2015

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

Hinweise zu Marken

Pentium ist eine in den USA eingetragene Marke der Intel Corporation.

Microsoft, Visual Studio, Windows und MS Windows sind Marken der Microsoft Corporation in den USA und/oder anderen Ländern.

Garantie

Das in diesem Dokument enthaltene Material wird im vorliegenden Zustand zur Verfügung gestellt und kann in zukünftigen Ausgaben ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Keysight Technologies übernimmt keinerlei Gewährleistung für die in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen, insbesondere nicht für deren Eignung oder Tauglichkeit für einen bestimmten Zweck. Keysight Technologies übernimmt keine Haftung für Fehler, die in diesem Dokument enthalten sind, und für zufällige Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Ingebrauchnahme oder Benutzung dieser Dokumentation. Falls zwischen Keysight und dem Benutzer eine schriftliche Vereinbarung mit abweichenden Gewährleistungsbedingungen hinsichtlich der in diesem Dokument enthaltenen Informationen existiert, so gelten diese schriftlich vereinbarten Bedingungen.

Technologielizenzen

Die in diesem Dokument beschriebene Hardware und/oder Software wird unter einer Lizenz geliefert und darf nur entsprechend den Lizenzbedingungen genutzt oder kopiert werden.

Nutzungsbeschränkungen

U.S. Government Restricted Rights (eingeschränkte Rechte für die US-Regierung). Die der Bundesregierung gewährten Rechte bezüglich Software und technischer Daten gehen nicht über diese Rechte hinaus, die üblicherweise Endbenutzern gewährt werden. Keysight stellt diese handelsübliche kommerzielle Lizenz für Software und technische Daten gemäß FAR 12.211 (technische Daten) und 12.212 (Computer-Software) – für das US-Verteidigungsministerium – gemäß DFARS 252.227-7015 (technische Daten – kommerzielle Produkte) und DFARS 227.7202-3 (Rechte an kommerzieller Computer-Software oder Computer-Software-Dokumentation) bereit.

Sicherheitshinweise

VORSICHT

Ein Hinweis mit der Überschrift **VORSICHT** weist auf eine Gefahr hin. Er macht auf einen Betriebsablauf oder ein Verfahren aufmerksam, der bzw. das bei unsachgemäßer Durchführung zur Beschädigung des Produkts oder zum Verlust wichtiger Daten führen kann. Setzen Sie den Vorgang nach dem Hinweis **VORSICHT** nicht fort, wenn Sie die darin aufgeführten Hinweise nicht vollständig verstanden haben und einhalten können.

WARNUNG

Eine WARNUNG weist auf eine Gefahr hin. Sie macht auf einen Betriebsablauf oder ein Verfahren aufmerksam, der bzw. das bei unsachgemäßer Durchführung zu Verletzungen oder zum Tod führen kann. Setzen Sie den Vorgang nach einem Hinweise mit der Überschrift WARNUNG nicht fort, wenn Sie die darin aufgeführten Hinweise nicht vollständig verstanden haben und einhalten können.

Sicherheitssymbole

Die folgenden Symbole auf dem Gerät und in der Dokumentation deuten auf Vorkehrungen hin, die ausgeführt werden müssen, um den sicheren Betrieb dieses Geräts zu gewährleisten.

Symbol	Beschreibung	Symbol	Beschreibung
	Gleichstrom (DC)		Aus (Netzteil)
	Wechselstrom (AC)		Ein (Netzteil)
	Sowohl Gleich- als auch Wechselstrom		Vorsicht, Stromschlagrisiko
3	Drei-Phasen-Wechselstrom		Vorsicht, Stromschlagrisiko (spezifische Warn- und Vorsichtshinweise finden Sie im Handbuch).
	Anschluss an Schutzerde (Masse)		Vorsicht, heiße Oberfläche
	Schutzleiteranschluss		Aus-Stellung eines bistabilen Druckknopfes
	Rahmen- oder Gehäuseanschluss		Ein-Stellung eines bistabilen Druckknopfes
	Equipotenzialität	CAT II 300 V	Kategorie II 300 V Überspannungsschutz
	Gerät ist geschützt durch doppelte Isolierung oder verstärkte Isolierung		

Allgemeine Sicherheitsinformationen

WARNUNG

- **Verwenden Sie das Gerät nicht, wenn es beschädigt ist. Prüfen Sie vor Verwendung des Geräts das Gehäuse. Achten Sie auf Risse oder fehlende Kunststoffteile. Setzen Sie das Gerät nicht im Bereich explosiver Gase, Dämpfe oder Stäube ein.**
- **Verwenden Sie stets die im Lieferumfang des Geräts enthaltenen Kabel.**
- **Beachten Sie vor dem Herstellen einer Verbindung alle auf dem Gerät befindlichen Kennzeichnungen.**
- **Schalten Sie das Gerät und das Anwendungssystem aus, bevor Sie Kabel an die E/A-Anschlüsse anschließen.**
- **Verwenden Sie für Servicearbeiten an dem Gerät nur angegebene Ersatzteile.**
- **Verwenden Sie das Gerät niemals, wenn die Abdeckung entfernt oder gelöst ist.**
- **Verwenden Sie ausschließlich das im Lieferumfang enthaltene Netzteil des Herstellers, um mögliche Gefahren zu vermeiden.**

VORSICHT

- Wenn das Gerät nicht in der vom Hersteller angegebenen Weise verwendet wird, kann der Geräteschutz beeinträchtigt werden.
- Zur Reinigung des Gerätes dürfen ausschließlich trockene Tücher verwendet werden. Ethylalkohol sowie andere flüchtige Lösungsmittel dürfen nicht zum Reinigen des Geräts verwendet werden.
- Blockieren Sie nicht die Lüftungsöffnungen des Geräts.

Umgebungsbedingungen

Dieses Instrument ist für den Gebrauch in Räumen mit geringer Kondensation konstruiert. Die nachstehende Tabelle enthält die allgemeinen Anforderungen an die Umgebungsbedingungen für dieses Gerät.

Umgebungsbedingungen	Anforderungen
Betriebstemperatur	0 °C bis 50 °C
Betriebsluftfeuchtigkeit	20% bis 85% RH nicht-kondensierend
Lagerungstemperatur	-20 °C bis 70 °C
Lagerungsluftfeuchtigkeit	5% bis 90% RH nicht-kondensierend

VORSICHT

Der modularer USB-Digital-Multimeter U2741A entspricht den folgenden Sicherheits- und EMC-Anforderungen.

- IEC 61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2nd Edition)
- Kanada: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- USA: ANSI/UL 61010-1:2004
- IEC 61326-2002/EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- Kanada: ICES-001:2004
- Australien/Neuseeland: AS/NZS CISPR11:2004

Aufsichtsrechtliche Kennzeichnungen

CE ISM 1-A	Das CE-Zeichen ist eine registrierte Marke der Europäischen Gemeinschaft. Das CE-Zeichen gibt an, dass das Produkt allen relevanten europäischen rechtlichen Richtlinien entspricht.	N10149	Das C-Tick-Zeichen ist eine registrierte Marke der Spectrum Management Agency of Australia. Dies kennzeichnet die Einhaltung der australischen EMC-Rahmenrichtlinien gemäß den Bestimmungen des Radio Communication Act von 1992.
ICES/NMB-001	ICES/NMB-001 gibt an, dass dieses ISM-Gerät der kanadischen Norm ICES-001 entspricht. Cet appareil ISM est confomre a la norme NMB-001 du Canada.		Dieses Gerät entspricht der Kennzeichnungsanforderung gemäß WEEE-Richtlinie (2002/96/EC). Dieses angebrachte Produktetikett weist darauf hin, dass Sie dieses elektrische/elektronische Produkt nicht im Hausmüll entsorgen dürfen.
C US	Das CSA-Zeichen ist eine eingetragene Marke der Canadian Standards Association.		

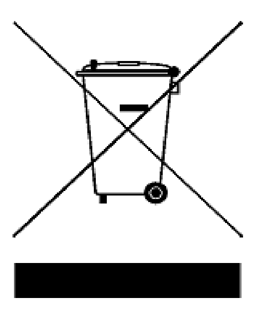
Europäische Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE) 2002/96/EC

Dieses Gerät entspricht der Kennzeichnungsanforderung gemäß WEEE-Richtlinie (2002/96/EC). Dieses angebrachte Produktetikett weist darauf hin, dass Sie dieses elektrische/elektronische Produkt nicht im Hausmüll entsorgen dürfen.

Produktkategorie:

Im Bezug auf die Ausrüstungstypen in der WEEE-Richtlinie Zusatz 1, gilt dieses Instrument als „Überwachungs- und Kontrollinstrument".

Das angebrachte Produktetikett ist unten abgebildet.



Entsorgen Sie dieses Gerät nicht im Hausmüll

Zur Entsorgung dieses Instruments wenden Sie sich an die nächste Keysight Technologies Geschäftsstelle oder besuchen Sie:

www.keysight.com/environment/product

Dort erhalten Sie weitere Informationen.

In diesem Handbuch...

1 Erste Schritte

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über den modularer USB-Digital-Multimeter U2741A, die Produktansicht, Produktabmessungen sowie den Produktgrundriss. In diesem Kapitel sind Anweisungen zur Installation und zur Erstkonfiguration des U2741A enthalten.

2 Betrieb und Funktionen

In diesem Kapitel erhalten Sie weitere Informationen über den Betrieb und die Funktionen des U2741A.

3 Übungseinheit für Messungen

In diesem Kapitel erfahren Sie mehr über die allgemeinen Fehlerquellen in Messungen und mehr darüber, wie Sie diese Fehler reduzieren oder vermeiden können.

4 Eigenschaften und Spezifikationen

Dieses Kapitel behandelt die Merkmale und Spezifikationen von U2741A.

Konformitätserklärung

Die Konformitätserklärung für dieses Gerät ist auf der Website verfügbar. Sie können anhand des Produktmodells oder der Beschreibung nach der Konformitätserklärung suchen.

http://www.keysight.com/go/conformity

HINWEIS Wenn Sie die richtige Konformitätserklärung nicht finden, wenden Sie sich an Ihren lokalen Keysight Vertreter.

Inhalt

Liste der Abbildungen

Liste der Tabellen

1
Erste Schritte



Einleitung

Der modulare Keysight Modularer USB-Digital-Multimeter U2741A ist ein 5½-stelliger Digital-Multimeter (DDM), der als unabhängige Einheit oder als modulare Einheit in einem Gehäuse betrieben werden kann.

U2741A führt folgende Messungen durch:

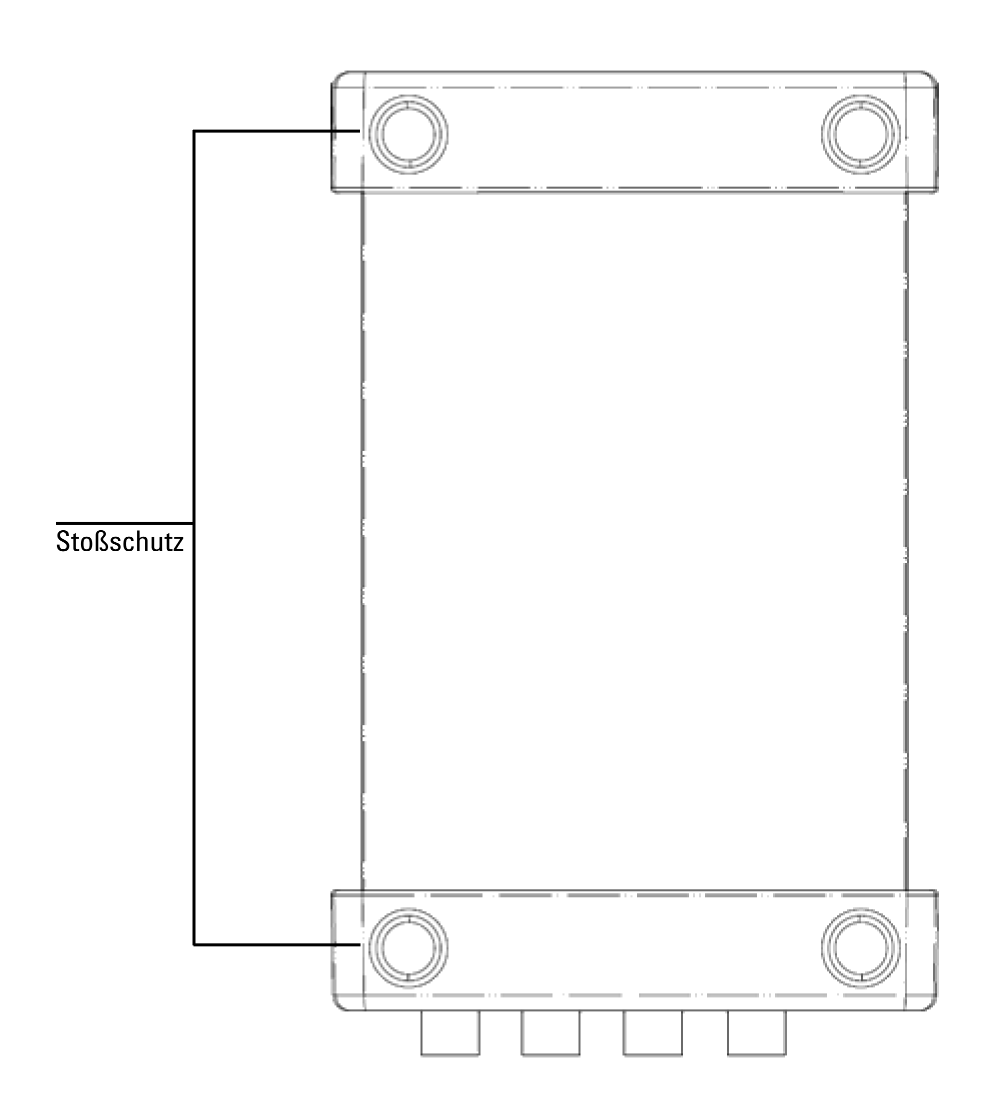
- DC-Spannung
- AC-Spannung
- DC-Stromstärke
- AC-Stromstärke
- Widerstand
- Diodentest
- Durchgangstest
- Temperatur

Der U2741A wird über eine USB-Schnittstelle mittels der Keysight Measurement Manager-Software (KMM) ferngesteuert. Der U2741A kann auch mithilfe der mitgelieferten Treiber oder über SCPI-Befehle in Ihrer individuell angepassten Anwendung programmiert werden.

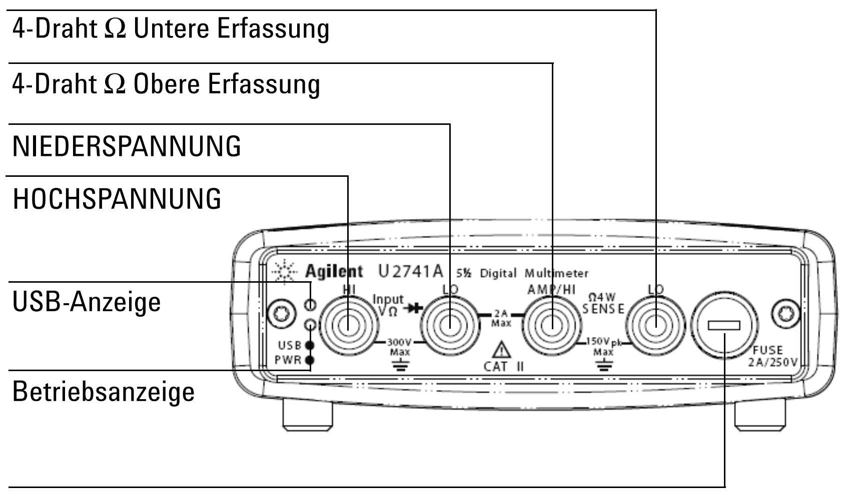
Das Produkt auf einen Blick

Produktansicht

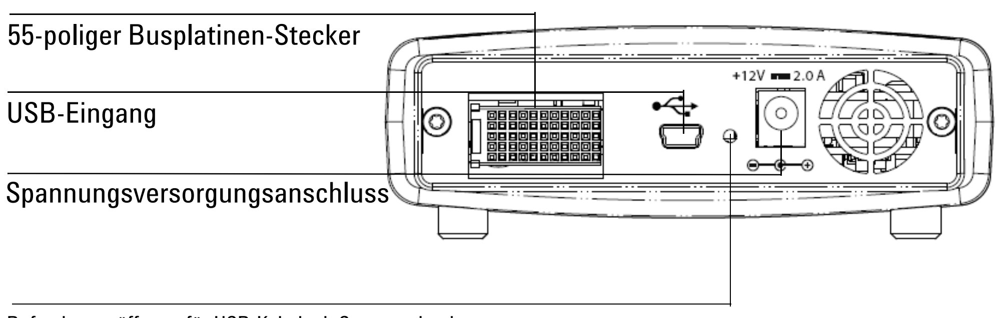
Ansicht von oben



Vorderansicht



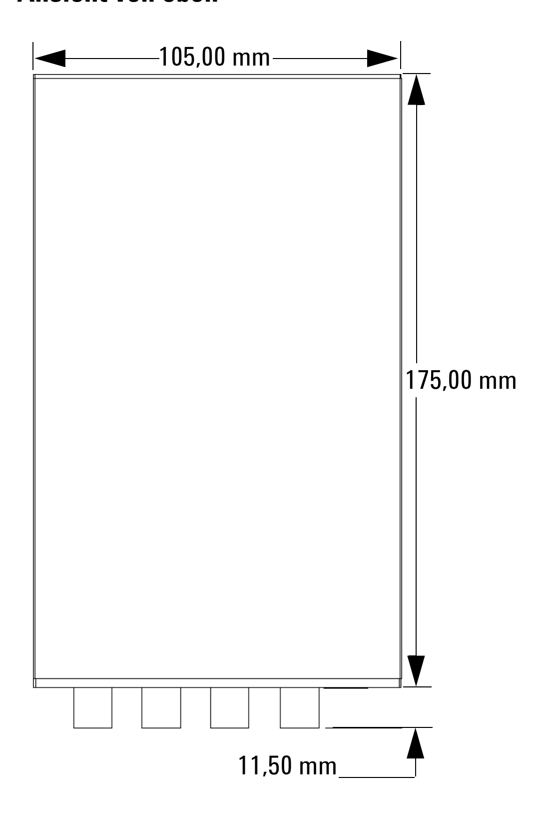
Rückansicht



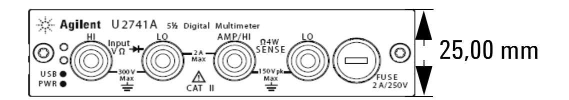
Produktabmessungen

Abmessungen ohne Stoßschutz

Ansicht von oben

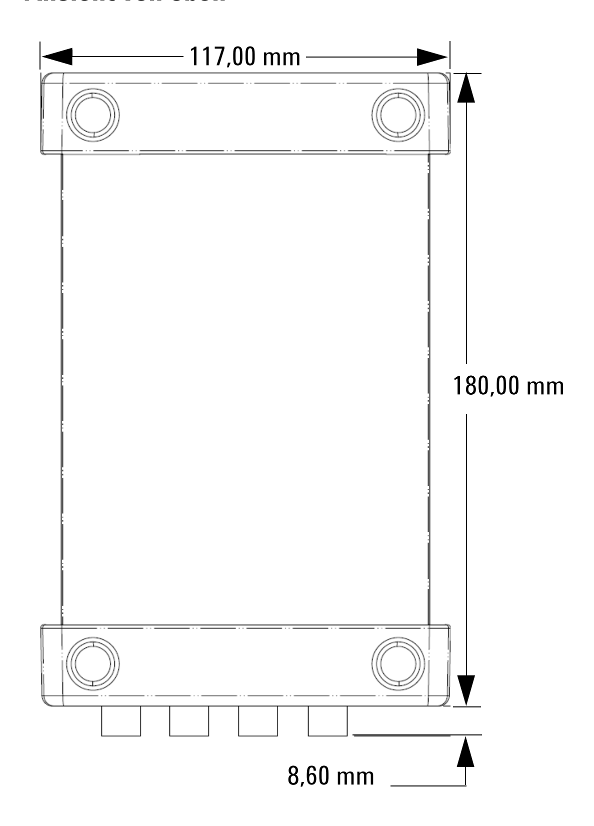


Vorderansicht

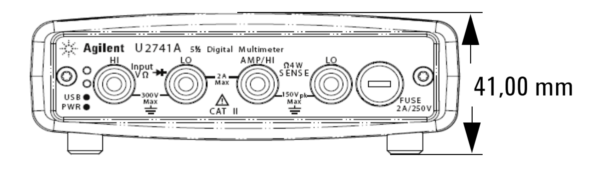


Abmessungen mit Stoßschutz

Ansicht von oben



Vorderansicht



Standardlieferumfang

Überprüfen Sie, ob Sie das folgende Zubehör mit Ihrer Einheit erhalten haben. Wenn etwas fehlt oder beschädigt sein sollte, wenden Sie sich an das nächste Keysight Sales Office.

- ✔ 12 V, 2 A AC/DC-Adapter
- ✔ Stromkabel
- ✔ Standard-Testleitung
- ✔ Schnittstellenkabel USB Standard-A zu Mini-B
- ✔ L-Montagesatz (zur Verwendung in modularen Gerätegehäusen)
- ✔ Keysight Automation-Ready CD-ROM (enthält die Keysight IO Libraries Suite)
- ✔ Schnellstarthandbuch zu modularen Keysight USB-Produkten und -Systemen
- ✔ Produktreferenz-DVD-ROM für modulare Keysight USB-Produkte und -Systeme
- ✔ Keysight Measurement Manager Quick Reference Card
- ✔ Zertifikat für die Kalibrierung

Prüfung und Wartung

Eingangsprüfung

Wenn Sie das Gerät U2741A erhalten, prüfen Sie die Einheit auf offensichtliche Beschädigungen wie z. B. defekte Anschlüsse oder Risse, Beulen und Kratzer auf dem Gehäuse, die während des Transports entstanden sind.

Wenn Sie eine Beschädigung feststellen, wenden Sie sich umgehend an das nächste Keysight Sales Office. Die Vorderseite dieses Handbuchs enthält die Garantieinformationen.

Bewahren Sie die Originalverpackung auf, falls das Gerät U2741A an Keysight zurückgeschickt werden muss. Wenn Sie das Gerät U2741A zum Service einsenden, bringen Sie ein Etikett mit Informationen zum Besitzer und Modellnummer an. Fügen Sie auch eine Kurzbeschreibung des Problems bei.

Elektrische Prüfung

Weitere Informationen zu Prüfungsverfahren finden Sie im *Servicehandbuch zum modularen USB-Digitalmultimeter Keysight U2741A*. Mit diesen Verfahren lässt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit feststellen, ob der Betrieb des U2741A den Spezifikationen entspricht.

Allgemeine Wartung

Allgemeine Wartung

HINWEIS Reparaturmaßnahmen, die in den Handbüchern zum jeweiligen modularen Produkt nicht erwähnt werden, sind nur von qualifiziertem Personal durchführbar.

1 Schalten Sie das Modul ab und entfernen Sie das Netzkabel und Eingangs- und Ausgangskabel vom Gerät.
2 Entfernen Sie Ihr Modul aus dem Schutzgehäuse.
3 Schütteln Sie Staub und andere Ablagerungen vom Modul, die sich möglicherweise angesammelt haben.
4 Wischen Sie das Modul mit einem trockenen Tuch ab, und bringen Sie den Stoßschutz wieder an.

Installationen und Konfigurationen

Führen Sie die im *Schnellstarthandbuch zu modularen Keysight USB-Produkten und -Systemen* beschriebenen Schrittanweisungen aus, um Ihr U2741A-Gerät vorzubereiten und zu installieren.

HINWEIS Sie müssen den IVI-COM-Treiber installieren, wenn Sie das Gerät U2741A mit Keysight VEE Pro, LabVIEW oder Microsoft® Visual Studio® verwenden möchten.

Gerätekonfiguration

Stiftbelegung für 55-poligen Busplatinen-Stecker

Der 55-polige Busplatinen-Stecker wird verwendet, wenn Sie das U2741A-Modul im modularen U2781A-USB-Gerätegehäuse betreiben. Weitere Informationen finden Sie im *Keysight U2781A USB Modular Instrument Chassis User's Guide*.

GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	**F**
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	VBUS	GND	USB_D-	**E**
GND	TRIG3	GND	TRIG2	GND	TRIG1	GND	TRIG0	GND	GND	USB_D+	**D**
TRIG4	GND	TRIG5	GND	TRIG6	GND	TRIG7	GND	+12 V	+12 V	GND	**C**
nBPUB	CLK10M	GND	STAR_TRIG	GA2	GA1	GA0	NC	+12 V	+12 V	+12 V	**B**
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	+12 V	+12 V	+12 V	**A**
11	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	

Abbildung 1-1 Stiftbelegung für 55-poligen Busplatinen-Stecker

Tabelle 1-1 Beschreibung der SSI-Steckerstifte

SSI-Zeitsteuerungssignal	Funktionsweise
GND	Erdung
NC	Nicht verbunden
VBUS	USB-Bus-Spannungsabtastungs-Eingang
USB_D+, USB_D-	USB-Differenzpaar
TRIG0~TRIG7	Trigger-Bus
+12 V	+12 V Spannung mit 4 A Stromstärke

Tabelle 1-1 Beschreibung der SSI-Steckerstifte

SSI-Zeitsteuerungssignal	Funktionsweise
nBPUB	Eingangserkennung USB-Busplatine
CLK10M	10-MHz-Taktquelle
STAR_TRIG	Star-Trigger
GA0,GA1,GA2	Geografischer Adressenanschluss

Einbau in das Gehäuse

Der L-Montagesatz muss am Modul U2741A angebracht werden.

Die nachfolgenden Anweisungen beschreiben, wie Sie den L-Montagesatz installieren und das Modul in das Gehäuse einbauen.

1. Packen Sie den L-Montagesatz aus.
2. Entfernen Sie Ihr U2741A-Modul aus dem Schutzgehäuse.
3. Befestigen Sie mithilfe eines Kreuzschlitzschraubendrehers den L-Montagesatz an Ihrem U2741A-Modul.
4. Schieben Sie das U2741A-Modul so in das U2781A-Gehäuse, dass sich der 55-polige Busplatinen-Stecker auf der Unterseite des Moduls befindet.
5. Sobald Sie das Modul eingeschoben haben, drehen Sie die Schrauben des L-Montagesatzes an, um die Verbindung zu sichern.

2
Betrieb und Funktionen

In diesem Kapitel wird die Konfiguration des Modularer USB-Digital-Multimeter U2741A ausführlich beschrieben, um verschiedene Messfunktionen entweder über das Software-Bedienfeld oder durch das remote Senden von SCPI-Befehlen über die USB-Schnittstelle durchzuführen.



Einschalten

Beachten Sie beim Einschalten von U2741A Folgendes.

- Der U2741A kann nur über die USB-Schnittstelle betrieben werden.
- Bevor Sie den U2741A steuern können, müssen Sie den Hardware-Treiber und IO Libraries Suite 14.2 oder höher installieren. Beides ist im Lieferumfang von U2741A enthalten. Informationen zum Installationsverfahren finden Sie im *Schnellstarthandbuch zu modularen Keysight USB-Produkten und -Systemen*.
- Am vorderen Bedienfeld des U2741A befinden sich zwei LED-Anzeigen. Siehe hierzu Kapitel 1, “Produktansicht” auf Seite 3.
- Die Betriebsanzeige leuchtet beim Einschalten des U2741A einmal auf. Sie blinkt bei einem Systemfehler.
- Die USB-Anzeige blinkt nur, wenn ein Datenaustausch zwischen U2741A und dem PC stattfindet.

Sie können den U2741A über KMM für U2741A oder über SCPI-Befehle steuern, die über die USB-Schnittstelle von Ihren eigenen Anwendungsprogrammen gesendet werden.

Der Keysight U2741A entspricht allen Syntaxregeln und Konventionen von SCPI-Befehlen.

Sie können die Sprachversion des U2741A festlegen, indem Sie den Befehl `SYSTem:VERSion?` über die Remoteschnittstelle senden.

Eine vollständige Erläuterung der SCIP-Syntax des U2741A finden Sie im *Keysight U2741A Programmer's Reference*.

Messungen vornehmen

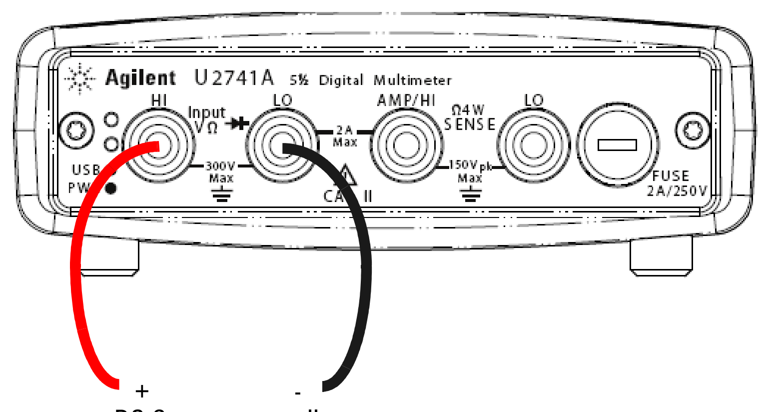
Auf den folgenden Seiten wird beschrieben, wie Messverbindungen hergestellt und wie Messfunktionen vom Bedienfeld für jede Messfunktion ausgewählt werden.

Messen der DC-Spannung

Die DC-Spannungsmessfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Es können fünf Bereiche ausgewählt werden: 100 mV, 1 V, 10V, 100 V und 300 V oder automatische Bereichsauswahl.
- Der Eingangsimpedanz beträgt 10 MΩ für alle Bereiche (typisch).
- Der Eingangsschutz beträgt 300 V für alle Bereiche (HI-Eingang).

Stellen Sie die Verbindungen wie unten dargestellt her.



Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die Funktion **DCV** sowie den gewünschten Bereich aus. Wählen Sie einen angemessenen Bereich aus, um die beste Messauflösung zu erhalten. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle DC-Spannungsmessungen durchgeführt werden.

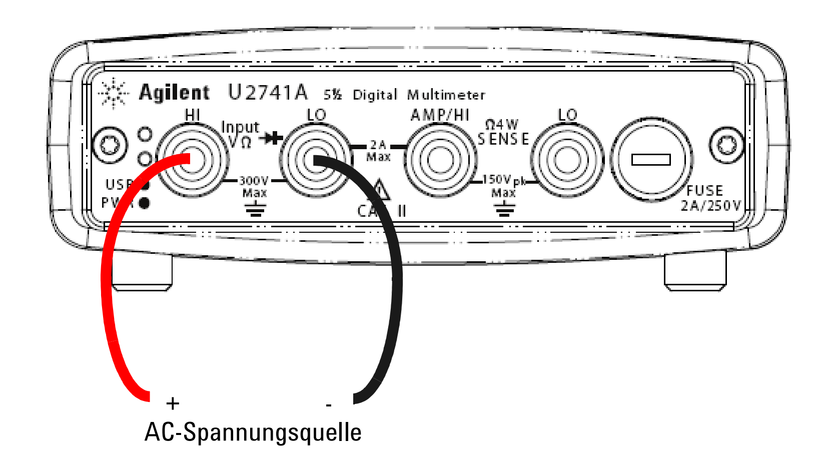
```
MEASure[:VOLTage]:DC?
```

Messen der AC-Spannung

Die AC-Spannungsmessfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Es können fünf Bereiche ausgewählt werden: 100 mVrms, 1 Vrms, 10 Vrms, 100 Vrms und 250 Vrms oder automatische Bereichsauswahl.
- Misst den AC-gekoppelten Echteffektivwert (True RMS).
- Misst innerhalb der festgelegten Genauigkeit bei einem Scheitelfaktor von maximal 5:1 (Full Scale).
- Eingangsimpedanz bei 1 MΩ ± 2 % parallel mit weniger als 120 pF Kapazität für alle Bereiche.

Stellen Sie die Verbindungen wie unten dargestellt her.



Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die Funktion **AVC** sowie den gewünschten Bereich aus. Wählen Sie einen angemessenen Bereich aus, um die beste Messauflösung zu erhalten. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle AC-Spannungsmessungen durchgeführt werden.

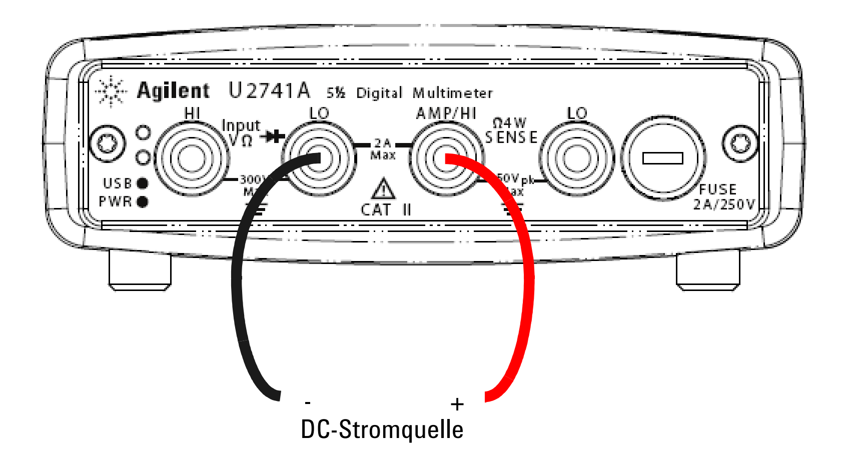
```
MEASure[:VOLTage]:AC?
```

Messen der DC-Stromstärke

Die DC-Stromstärkemessfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Es können drei Bereiche ausgewählt werden: 10 mA, 100 mA, 1 A und 2 A oder automatische Bereichsauswahl.
- Die Eingangsschutzsicherung beiträgt 2 A, Spannungsnenngröße 250 V für alle Bereiche.

Stellen Sie die Verbindungen wie unten dargestellt her.



Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die Funktion **DCI** sowie den gewünschten Bereich aus. Wählen Sie einen angemessenen Bereich aus, um die beste Messauflösung zu erhalten. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle Messungen der DC-Stromstärke durchgeführt werden.

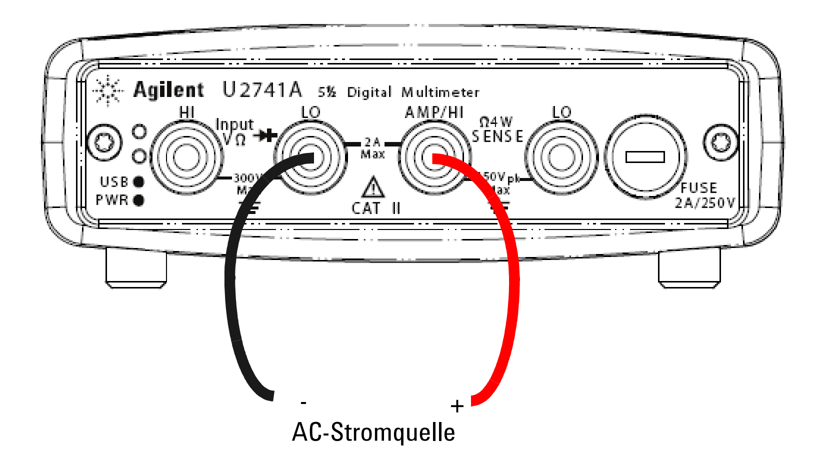
```
MEASure:CURRent[:DC]?
```

Messen der AC-Stromstärke

Die AC-Stromstärkemessfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Es können drei Bereiche ausgewählt werden: 10 mA, 100 mA, 1 A und 2 A oder automatische Bereichsauswahl.
- Misst Echteffektivwerte (True RMS).

Stellen Sie die Verbindungen wie unten dargestellt her.



Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die Funktion **ACI** sowie den gewünschten Bereich aus. Wählen Sie einen angemessenen Bereich aus, um die beste Messauflösung zu erhalten. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle Messungen der AC-Stromstärke durchgeführt werden.

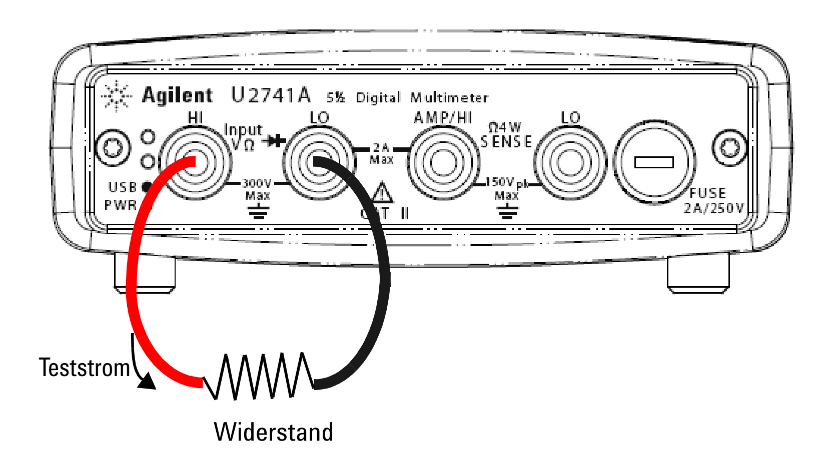
```
MEASure:CURRent:AC?
```

Widerstand messen

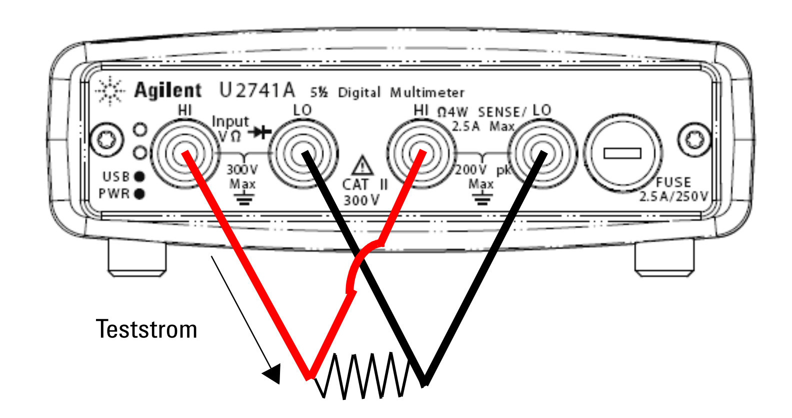
Die Widerstandsmessfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Es können sieben Bereiche ausgewählt werden: 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ und 100 MΩ oder automatische Bereichsauswahl.
- Unterstützt eine 2-Draht- und eine 4-Draht-Widerstandsmessung.
- Die Spannung des offenen Schaltkreises ist auf weniger als 4,5 V für alle Bereiche beschränkt.

In der nachstehenden Abbildung wird eine 2-Draht-Widerstandsmessung-Verbindung dargestellt.



In der folgenden Abbildung wird eine 4-Draht-Widerstandsmessung-Verbindung dargestellt.



Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die **2-Draht Ω**-Funktion sowie den gewünschten Bereich für die 2-Draht-Widerstandsmessung aus. Wählen Sie die **4-Draht Ω**-Funktion sowie den gewünschten Bereich für die 4-Draht-Widerstandsmessung aus. Wählen Sie einen angemessenen Bereich aus, um die beste Messauflösung zu erhalten. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle Widerstandsmessungen durchgeführt werden.

2-Draht: `MEASure:RESistance?`

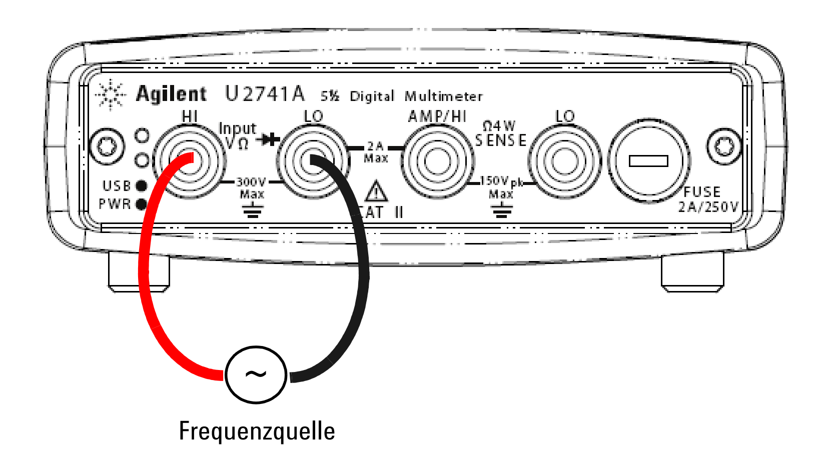
4-Draht: `MEASure:FRESistance?`

Frequenzmessung

Die Frequenzmessfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Der Bereich basiert auf der Amplitude des Signals.
- Verwendet eine reziproke Zähltechnik als Messmethode.
- Die Gate-Zeit kann auf 0,1 Sekunden oder auf 1 Sekunde des Eingangssignals gesetzt werden.

Stellen Sie die Verbindungen wie unten dargestellt her.



Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die Funktion **Freq** sowie den gewünschten Bereich aus. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle Frequenzmessungen durchgeführt werden.

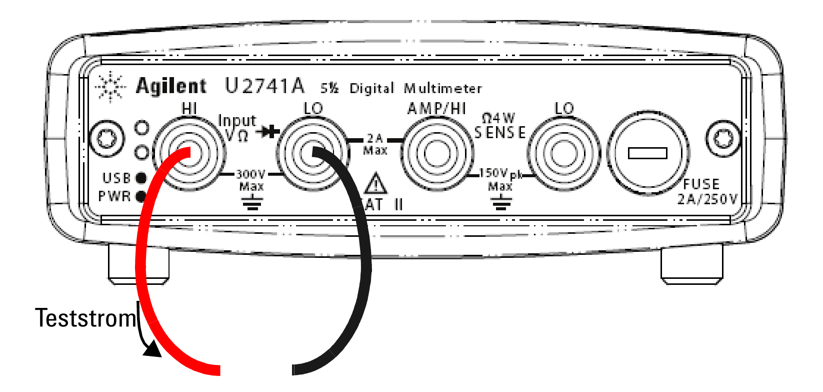
```
MEASure:FREQuency?
```

Testdurchgang

Die Testdurchgangsfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Verwendet eine konstante Stromquelle von 1 mA ± 0,2 %.
- Die Spannung des offenen Schaltkreises ist auf weniger als 4,5 V für alle Bereiche beschränkt.
- Der Durchgangsschwellenwert ist auf 10 Ω festgelegt.
- Die Antwortzeit beträgt 60 Proben/Sekunde.

Stellen Sie die Verbindungen wie unten dargestellt her.



Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die **Cont-**))) -Funktion. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle Durchgangstestmessungen durchgeführt werden.

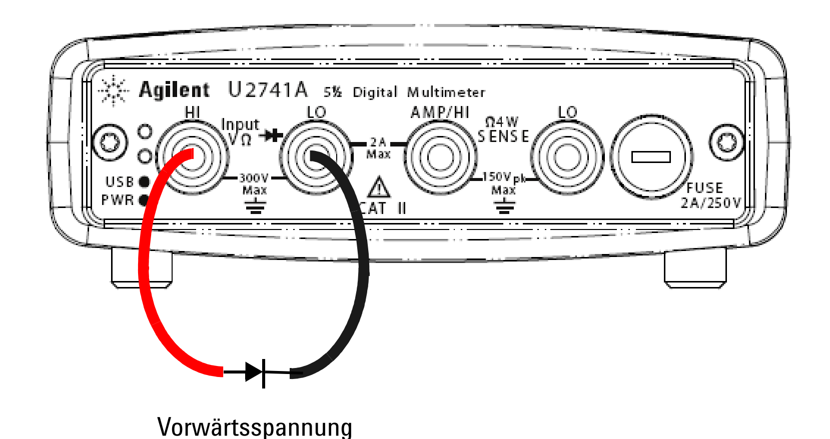
```
MEASure:CONTinuity?
```

Testen von Dioden

Die Diodentestfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Verwendet eine konstante Stromquelle von 1 mA ± 0,2%.
- Die Spannung des offenen Schaltkreises ist auf weniger als 4,5 V für alle Bereiche beschränkt.
- Die Antwortzeit beträgt 60 Proben/Sekunde.

Stellen Sie die Verbindungen wie unten dargestellt her.



Vorwärtsspannung

Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die **Diode** -Funktion. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle Diodentestmessungen durchgeführt werden.

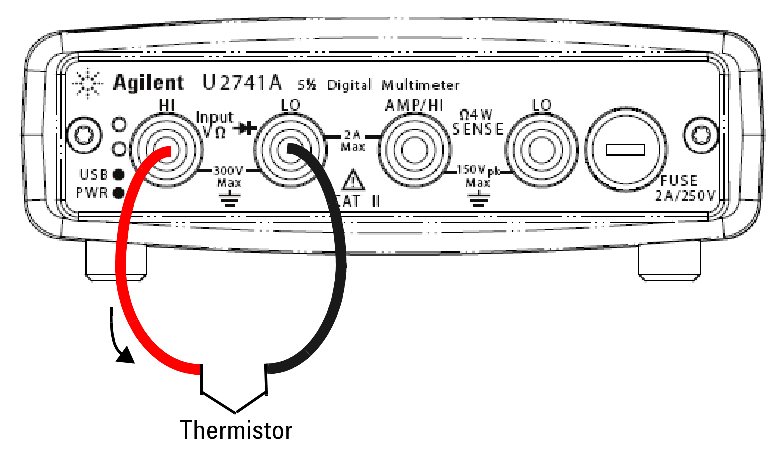
```
MEASure:DIODe?
```

Messen der Temperatur

Die Temperaturmessfunktion hat folgende Eigenschaften:

- Der Temperaturbereich ist abhängig vom verwendeten Temperaturfühlertyp. Weitere Informationen zu den Spezifikationen der Temperaturfühler finden Sie unter Tabelle 4-8 auf Seite 57.
- Messungen bewegen sich in der automatischen Bereichsauswahl für 5 kΩ-Thermistorsonden.
- Unterstützt den Thermistor.

Stellen Sie die Verbindungen wie unten dargestellt her.



Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Wählen Sie die **Temp**-Funktion und den verwendeten Thermoelementtyp. Die Messung wird angezeigt und kontinuierlich aktualisiert.

SCPI-Befehle

In den folgenden Beispielen wird dargestellt, wie über SCPI-Befehle Temperaturmessungen durchgeführt werden.

`MEASure:TEMPerature? THER` //Wird für Thermistor-b Messungen verwendet

Wiederherstellen des Gerätestatus

Der U2741A speichert bei jedem Ausschalten automatisch die letzte Konfiguration und stellt beim nächsten Einschalten den letzten Status vor dem Ausschalten wieder her.

Automatische Nulleinstellung (Autozero)

Wenn die Autozero-Funktion *aktiviert* ist, trennt der DMM intern die Verbindung zu dem auf eine Messung folgenden Eingangssignal und nimmt eine *Nullablesung* vor. Der Wert der Nullablesung wird dann vom Wert der vorhergehenden Ablesung abgezogen. Dadurch wird verhindert, dass die Offsetspannungen am DMM-Eingangsschaltkreis die Messgenauigkeit beeinträchtigen.

Dies trifft nur auf Messungen der DC-Spannung, der DC-Stromstärke, des 2-Draht-Widerstands und der Temperatur zu.

SCPI-Befehle

Die folgenden Befehle werden für die Autozero-Funktion verwendet:

```
VOLTage:ZERO:AUTO {OFF|ON}

CURRent:ZERO:AUTO {OFF|ON}

RESistance:ZERO:AUTO {OFF|ON}

TEMPerature:ZERO:AUTO {OFF|ON}
```

Bereiche

Mit dem DMM kann durch die *automatische Bereichsauswahl* ein Bereich automatisch oder durch die *manuelle Bereichsauswahl* ein Bereich manuell ausgewählt werden. Die automatische Bereichsauswahl ist nützlich, da der DMM den

entsprechenden Bereich für jede Messung automatisch auswählt. Sie können jedoch die manuelle Bereichsauswahl für schnellere Messungen verwenden, da so der DMM nicht bestimmen muss, welcher Bereich für jede Messung verwendet werden soll.

- Schwellenwerte der automatischen Bereichsauswahl:

Unterer Bereich bei:	< 10 % des Bereichs
Oberer Bereich bei:	> 120% des Bereichs

- Wenn im manuellen Bereichsmodus ein Eingangssignal größer ist, als der aktuelle Bereich messen kann, gibt der DMM die Anzeige der Überspannung „9.9E+37“ auf der Remoteschnittstelle zurück. Der DMM gibt im automatischen Bereichsmodus die Anzeige der Überspannung „9.9E+37“ zurück, wenn das Eingangssignal größer als der höchste Temperaturmessbereich ist.
- Der Bereich ist für Durchgangstests (1 kΩ-Bereich) und Diodentests (1 V DC-Bereich mit einem 1-mA-Stromquellenausgang) festgelegt.

SCPI-Befehle

Sie können den Bereich mit einem der folgenden Befehle festlegen.

```
CONFigure:<function>{<range>|MIN|MAX|AUTO},
{<resolution>|MIN|MAX|DEF}

MEASure:<function>?{<range>|MIN|MAX|AUTO},
{<resolution>|MIN|MAX|DEF}

<function>:RANGe {<range>|MINimum|MAXimum|AUTO}

<function>:RANGe:AUTO {OFF|ON}
```

Standardeinstellungen

In der folgenden Tabelle werden die Werkseinstellungen des U2741A, die Einstellungen beim Einschalten oder nach Erhalt des *RST-Befehls über die USB-Remoteschnittstelle aufgeführt.

Tabelle 2-1 Zusammenfassung der Standardeinstellungen

Parameter	Werkseinstellung	Einschalt-/Rücksetzungsstatus
Messkonfiguration		
Funktion	DCV	DCV
Bereich	AUTO	AUTO
Auflösung	5½-stellig	5½-stellig
Temperatureinheit	°C	Benutzereinstellung
Triggerfunktion		
Triggerquelle	Auto-Trigger	Auto-Trigger
Systembezogener Betrieb		
Wiederherstellung nach Abschaltung	Deaktiviert	Benutzereinstellung
Gespeicherte Geräteeinstellungen	0-10 gelöscht	Unverändert
Lesen des Ausgabepuffers	Gelöscht	Gelöscht
Fehlermeldungspuffer	Gelöscht	Gelöscht
Löschen des Status beim Einschalten	Aktiviert	Benutzereinstellung
Statusregister, Masken und Impulsfilter	Gelöscht	Löschen im Einschaltmodus aktiviert
Kalibrierung		
Kalibrierungsstatus	Gesichert	Benutzereinstellung
Kalibrierungswert	0	Unverändert
Kalibrierungszeichenfolge	Gelöscht	Unverändert

Triggern des U2741A

Beim Einschalten erfolgt die standardmäßige Triggerquelle unmittelbar. Um Messungen durchzuführen, müssen folgende Schritte befolgt werden:

- Konfigurieren Sie den U2741A, indem Sie die Funktion, den Bereich, die Auflösung usw. auswählen.
- Legen Sie die Triggerquelle für den DMM fest. Sie können den Software-Bus-Trigger oder einen unmittelbaren direkten Trigger (standardmäßige Triggerquelle) auswählen.
- Stellen Sie sicher, dass sich der U2741A im Status „Warten Sie auf den Trigger“ befindet, um einen Trigger von einer bestimmten Quelle zu akzeptieren.

Unmittelbares Triggern

Das Triggersignal tritt im unmittelbaren Triggermodus immer auf. Wenn der U2741A in den Status „Warten Sie auf den Trigger“ versetzt wird, wird der Trigger sofort verwendet. Dies ist die standardmäßige Triggerquelle.

SCPI-Befehl

Der folgende Befehl setzt die Triggerquelle auf „Unmittelbar“:

```
TRIGger:SOURce IMMediate
```

Software-Bus-Triggering

Der Bus-Trigger-Modus wird initiiert, indem ein Bus-Trigger-Befehl nach dem Auswählen von „BUS“ als Triggerquelle gesendet wird.

SCPI-Befehl

Der folgende Befehl setzt die Triggerquelle auf „Bus“:

```
TRIGger:SOURce BUS
```

Der Befehl `MEASure?` and `READ?` überschreibt den BUS-Trigger, triggert den DMM und gibt einen Messwert zurück.

The Der Befehl `INITiate` ändert den Triggerstatus zu „Warten Sie auf den Trigger“. Die Messung beginnt, wenn die festgelegten Triggerbedingungen zufriedenstellend sind.

Star-Triggering

Der Star-Trigger kann nur angewendet werden, wenn der U2741A an das modulare U2781A-Gerätegehäuse angeschlossen ist. Er wird zum Triggern von mehreren modularen Einheiten im Gehäuse verwendet.

SCPI-Befehl

```
TRIGger:SOURce STRG
```

Synchronisationsstatus

Dieser Status dient zum Konfigurieren der Synchronisation von mehreren U2741A-Einheiten (nur Slaves), wenn diese in einem modularen U2781A-Gerätegehäuse verwendet werden. Es kann nur ein Master auf einmal zugewiesen werden.

SCPI-Befehl

```
CONFigure:SSI {NONE|SLAVe}
```

Eine vollständige Beschreibung und die Syntax für diese Befehle finden Sie im Dokument *Keysight U2741A Programmer's Reference*.

Systembezogener Betrieb

In diesem Abschnitt finden Sie Informationen zu systembezogenen Themen wie die Durchführung eines Selbstkalibrierungsprogramms oder das Lesen von Fehlerbedingungen.

Fehlerbedingungen

Ein Datensatz mit bis zu 20 Fehlern kann in der Fehlerschlange des U2741A gespeichert werden. Weitere Informationen zu Fehlermeldungen finden Sie im Programmierhandbuch.

Betrieb mit Keysight Measurement Manager

Sobald beim Betrieb des U2741A mit dem KMM ein Fehler auftritt, wird ein Meldungsfeld angezeigt.

3
Übungseinheit für Messungen

Der Keysight U2741A kann exakte Messungen vornehmen. Um jedoch auch die höchstmögliche Genauigkeit zu erzielen, müssen Sie alle notwendigen Maßnahmen ergreifen, um potenzielle Messfehler auszuschließen. In diesem Kapitel werden die häufigsten Fehler beschrieben, die bei Messungen auftreten, und Vorschläge gemacht, wie diese Fehler vermieden oder reduziert werden.



Zu beachtende Punkte bei der DC-Messung

Thermische EMF-Fehler

Thermoelektrische Spannungen stellen die häufigste Fehlerquelle bei Messungen der DC-Niederspannung dar. Thermoelektrische Spannungen werden erzeugt, wenn mit unterschiedlichen Metallen bei unterschiedlichen Temperaturen Schaltkreisverbindungen hergestellt werden.

Jeder Metall-zu-Metall-Übergang bildet ein Thermoelement, das proportional zur Übergangstemperatur eine Spannung erzeugt. Sie sollten alle Maßnahmen ergreifen, um Thermoelement-Spannungen und Temperaturunterschiede bei Messungen von Niederspannungen zu reduzieren. Die besten Verbindungen bilden Kupfer-zu-Kupfer-Klemmverbindungen, da die DMM-Eingangsanschlüsse aus einer Kupferlegierung bestehen. In der folgenden Tabelle werden allgemeine thermoelektrische Spannungen für Verbindungen aus verschiedenen Metallen aufgeführt.

Tabelle 3-1 Thermoelektrische Spannung für verschiede Metallverbindungen

Kupfer mit:	Ca. mV/°C	Kupfer mit:	Ca. mV/°C
Cadmium/Zinn-Lot	0,2	Aluminium	5
Kupfer	< 0,3	Zinn/Blei-Lot	5
Gold	0,5	Kovar oder Legierung 42	40
Silber	0,5	Silikon	500
Messing	3	Kupferoxid	1000
Beryllium	5		

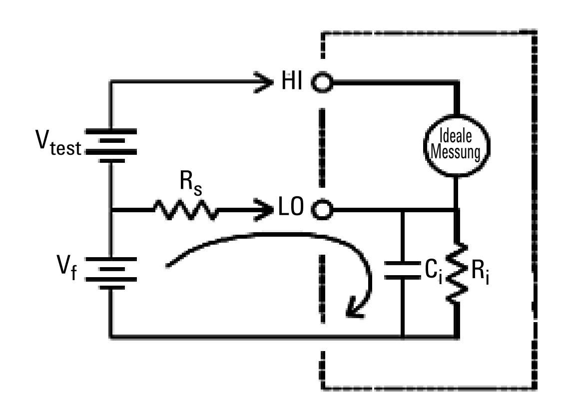
Rauschunterdrückung

Unterdrückung der Rauschspannung in der Netzleitung

Eine wichtige Eigenschaft der Integration von A/D (Analog-zu-Digital)-Umwandlern ist die Unterdrückung der Rauschspannung in Bezug auf die Netzleitung, die bei DC-Eingangssignalen vorhanden ist. Dies wird auch als Gegentaktstörunterdrückung oder NMR bezeichnet. Der DMM erzielt NMR durch das Messen der durchschnittlichen DC-Eingangssignale, indem diese über eine wesentliche Anzahl von Netzzyklen „integriert“ werden.

Gleichtaktstörunterdrückung (CMR)

Im Idealfall ist der DMM von geerdeten Schaltkreisen vollständig isoliert. Es besteht jedoch, wie unten dargestellt, ein begrenzter Widerstand zwischen dem Eingang LO des DMM und der Erdung. Dies kann beim Messen von Niederspannungen, die in Bezug auf die Erdung Fließspannungen sind, zu Fehlern führen.



V_f = Fließspannung
R_s = Impedanz des Quellwiderstands
R_i = DMM-Isolationswiderstand (LO-Erde)
C_i = DMM-Eingabekapazität

$$\text{Fehler (v)} = \frac{V_f \times R_s}{R_s + R_i}$$

Abbildung 3-1 Im Gleichtaktmodus entstehende Quellfehler

Durch Rahmenantennen verursachtes Rauschen

Wenn Sie in der Nähe von Magnetfeldern Messungen durchführen, wird empfohlen, eine Induktion von Spannungen in den Messverbindungen zu vermeiden. Leiter unter Hochspannung gehören im Allgemeinen zu den magnetischen Feldern. Sie können Twisted Pair-Kabelverbindungen zum DMM verwenden, um Rauschschleifen zu reduzieren, oder Sie können die Messleitungen mit dem kleinstmöglichen Abstand zueinander platzieren. Lockere oder vibrierende Messleitungen führen ebenfalls zu fehlerhaften Spannungen. Befestigen Sie die Messleitungen sicher, wenn Sie in der Nähe von Magnetfelder arbeiten. Verwenden Sie nach Möglichkeit abschirmende Materialien, oder erweitern Sie den Abstand zu den magnetischen Quellen, um diesen Fehler zu reduzieren.

Durch Erdungsschleifen verursachtes Rauschen

Bei der Messung von Spannungen in Schaltkreisen, bei der der DMM und das zu testende Gerät beide mit derselben Erdung verbunden sind, wird eine Erdungsschleife erzeugt. Jeder Spannungsunterschied zwischen den beiden Erdungen (V_{ground}) verursacht, wie unter Abbildung 3-2 dargestellt, eine Spannung, die durch die Messleitungen fließt. Dadurch verstärkt sich das Rauschen und die Offsetspannung (im Allgemeinen in Bezug auf die Netzleitung), die zur gemessenen Spannung hinzugefügt wird.

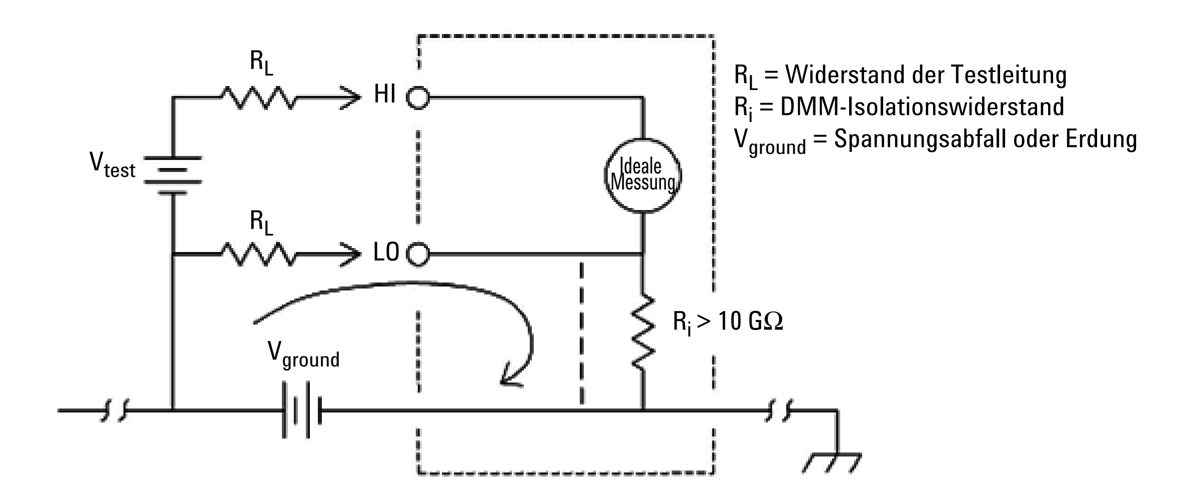


Abbildung 3-2 Durch eine Erdungsschleife induzierter Fehler

Am besten können Erdungsschleifen vermieden werden, wenn der DMM von der Erdung isoliert wird, indem die Eingangsanschlüsse nicht geerdet werden. Wenn der DMM geerdet werden muss, schließen Sie ihn und das zu testende Gerät an denselben Erdungspunkt an. Schließen Sie darüber hinaus den DMM und das zu testende Gerät gegebenenfalls an denselben elektrischen Ausgang an.

Zu beachtende Punkte bei der Widerstandmessung

Bei der Widerstandsmessung fließt der Teststrom vom HI-Eingang durch den zu messenden Widerstand. Der Spannungsabfall durch den zu messenden Widerstand wird vom DMM intern abgetastet. Daher wird auch der Testleitungswiderstand gemessen.

Die für die Messung der DC-Spannung in diesem Kapitel erwähnten Fehler treffen auch auf die Widerstandsmessung zu. Zusätzliche Fehlerquellen, die nur die Widerstandsmessung betreffen, werden nachfolgend erläutert.

Widerstandsmessung

Mit dem Keysight U2741A können zur Widerstandsmessung zwei Methoden verwendet werden:

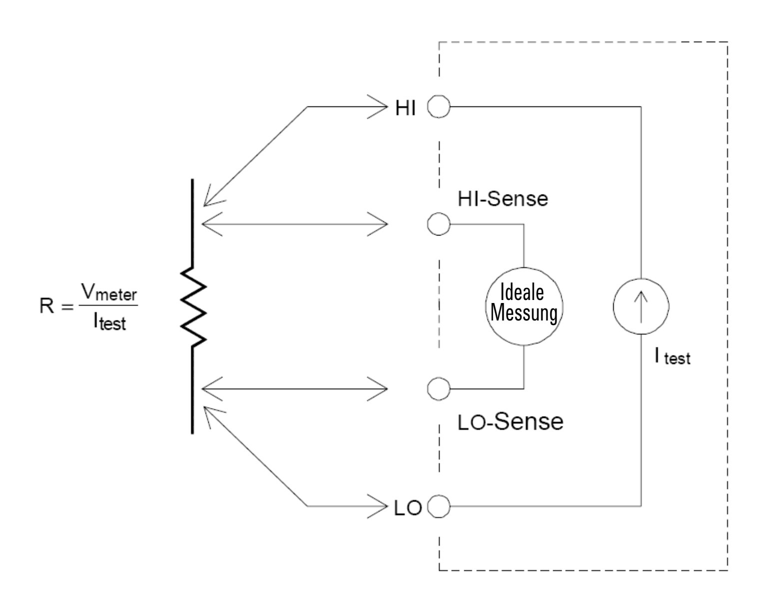
2-Draht- und *4-Draht*-Widerstandsmessungen. Bei beiden Methoden fließt der Teststrom vom HI-Eingang durch den zu messenden Widerstand. Bei 2-Draht-Widerstandsmessungen wird der Spannungsabfall über den zu messenden Widerstand vom DMM intern abgetastet. Daher wird auch der Testleitungswiderstand gemessen. Für 4-Draht-Widerstandsmessungen sind separate Fühleranschlüsse erforderlich. Da in den Fühlerleitungen kein Strom fließt, kann vom Widerstand in diesen Leitungen auch kein Messfehler ausgehen.

Die für die Messung der DC-Spannung in diesem Kapitel erwähnten Fehler treffen auch auf die Widerstandsmessung zu. Zusätzliche Fehlerquellen, die nur die Widerstandsmessung betreffen, werden auf den nächsten Seiten erläutert.

4-Draht-Widerstandsmessung

Die 4-Draht-Widerstandsmessung bietet höchste Genauigkeit bei der Messung kleiner Widerstände. Bei Anwendung dieser Methode wird der Testleitungs- und Kontaktwiderstand automatisch reduziert. Die 4-Draht-Widerstandsmessung wird häufig bei automatisierten Testanwendungen verwendet, wobei

eine lange Kabellänge, zahlreiche Verbindungen oder Schalter zwischen dem DMM und dem zu testenden Gerät vorhanden sind. In der nachfolgenden Abbildung werden die empfohlenen Verbindungen für 4-Draht-Widerstandsmessungen dargestellt.



Entfernen von Fehlern beim Testleitungswiderstand

Um Offset-Fehler in Bezug auf den Testleitungswiderstand bei 2-Draht-Widerstandsmessungen zu vermeiden, befolgen Sie die folgenden Schritte.

1 Kürzen Sie die Spitzen der Messleitungen. Der Messwert ist der Messleitungswiderstand.

2 Klicken Sie auf „Null“. Der DMM speichert den Messleitungswiderstand als Nullwert des 2-Draht-Widerstands. Der DMM subtrahiert diesen Wert vom Wert der nachfolgenden Messungen.

Reduzieren von Verlustleistungen

Beim Messen von Resistoren für Temperaturmessungen (oder für andere resistive Geräte mit großen Temperaturkoeffizienten) muss berücksichtigt werden, dass der DMM beim zu testenden Gerät Verlustleistungen freigibt.

Wenn die Verlustleistung ein Problem ist, stellen Sie beim DMM den nächst höheren Messbereich ein, um die Fehler auf ein akzeptables Niveau zu reduzieren. In der folgenden Tabelle werden mehrere Beispiele dargestellt:

Tabelle 3-2 Verlustleistung für verschiedene Widerstandsbereiche

Bereich	Teststrom	DUT Strom bei Full Scale
100 Ω	1 mA	100 mW
1 kΩ	0,83 mA	689 mW
10 kΩ	100 mA	100 mW
100 kΩ	10 mA	10 mW
1 MΩ	900 nA	810 nW
10 MΩ	205 nA	420 nW
100 MΩ	205 nA ||10 MΩ	35 nW

Fehler bei Messungen von großen Widerständen

Beim Messen von großen Widerständen können aufgrund des Isolationswiderstands und der verschmutzten Oberfläche wesentliche Fehler auftreten. Ergreifen Sie alle Maßnahmen, um das Gerät zum Messen von hohen Widerständen „sauber“ zu halten. Messleitungen und Befestigungen sind aufgrund der Absorption von Feuchtigkeit in Isoliermaterialien und „schmutzigen“ Oberflächenfilmen anfällig für Kriechstrom. Nylon und PVC sind relativ schlechte Isolatoren (10^9 Ω) im Vergleich zu Isolatoren aus Polytetrafluoroethylen (PTFE) (10^{13} Ω). Ein Kriechstrom durch Nylon- oder PVC-Isolatoren trägt schnell 0,1 % zur Fehlerrate bei, wenn ein Widerstand von 1 MΩ unter feuchten Bedingungen gemessen wird.

AC-Messungen

AC-Messungen des Echteffektivwerts (True RMS)

Der auf Echteffektivwerte (True RMS) reagierende DMM, wie der U2741A, messen die Wärmeleistung der angelegten Spannung. Die Verlustleistung des Widerstands ist proportional zur zweiten Potenz der Spannung in Wellenform. Dieser DMM misst die Echteffektivwert-Spannung oder die Stromstärke exakt, solange die Wellenform vernachlässigbare Energie über die effektive Bandbreite des Geräts enthält.

HINWEIS Der U2741A verwendet dieselben Methoden zur Messung der Echteffektivwert-Spannung und der Echteffektivwert-Stromstärke.

Tabelle 3-3 Wellenformen und ihre Parameter

Wellenform	Scheitelfaktor (CF)	AC-Effektivwert (RMS)	AC+DC-Effektivwert (RMS)
V (Sinus)	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
V (Dreieck)	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$

Tabelle 3-3 Wellenformen und ihre Parameter (Fortsetzung)

Wellenform	Scheitelfaktor (CF)	AC-Effektivwert (RMS)	AC+DC-Effektivwert (RMS)
	$\frac{T}{\sqrt{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1-\left(\frac{1}{CF}\right)^2}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

Die AC-Spannungs- und AC-Stromstärke-Funktionen des DMM messen den AC-gekoppelten Echteffektivwert (True RMS), wobei nur der „Wärmewert“ der AC-Komponenten der Eingabewellenform gemessen wird, während die DC-Komponente ignoriert wird. Wie in der Abbildung oben dargestellt sind die AC-gekoppelten Werte und die AC+DC-Werte bei Sinuswellen, Dreieckwellen und Rechteckwellen identisch, da diese Wellenformen keinen DC-Offset enthalten. Bei nicht symmetrischen Wellenformen, z. B. Impulsen, gibt es jedoch eine DC-Spannung, die von den AC-gekoppelten Echteffektivwert-Messungen von Keysight zurückgewiesen wird. Dies kann ein wesentlicher Vorteil sein. Eine AC-gekoppelte Echteffektivwert-Messung ist wünschenswert, wenn Sie kleine AC-Signale bei großen DC-Offsets messen.

Ein gutes Beispiel hierfür ist die Messung von AC-Wellen, die im DC-Strom vorhanden sind. Unter Umständen soll der AC+DC-Echteffektivwert (True RMS) ermittelt werden. Sie können diesen Wert durch die Zusammenfassung der DC- und AC-Messergebnisse bestimmen, wie unten dargestellt (Gleichung 1):

$$(AC + DC)_{TrueRMS} = \sqrt{AC^2 + DC^2} \tag{1}$$

Führen Sie für die beste AC-Rauschunterdrückung die DC-Messung bei 20 NPLC durch.

Echteffektivwert-Genauigkeit und Hochfrequenzsignale

Es wird fälschlicherweise angenommen, dass ein AC-DMM Echteffektivwerte (True RMS) misst und daher seine Spezifikationen für die Wellengenauigkeit für alle Wellenformen gilt. Tatsächlich kann die Form des Eingangssignals die Messgenauigkeit maßgeblich beeinflussen, insbesondere, wenn dieses Eingangssignal Hochfrequenzkomponenten enthält, die die Bandbreite des Geräts überschreiten.

Sonstige primäre Messfunktionen

Messfehler bei Frequenzmessungen

Der U2741A verwendet zur Frequenzmessung eine reziproke Zähltechnik. Mit dieser Methode wird eine konstante Messauflösung für jede Eingangsfrequenz erzeugt. Alle Frequenzzähler sind bei der Messung von Signalen mit niedriger Spannung und niedriger Frequenz fehleranfällig. Die Auswirkungen sowohl des internen als auch externen Rauschens sind beim Messen von „langsamen“ Signalen kritisch. Der Fehler verhält sich umgekehrt proportional zur Frequenz. Messfehler treten auch auf, wenn versucht wird, die Frequenz eines Eingangs nach DC-Offset-Spannungsänderungen zu messen. Deshalb müssen Sie den DMM-Eingang erst vollständig festlegen, bevor Frequenzmessungen durchgeführt werden.

Messungen der DC-Stromstärke

Wenn Sie den DMM parallel mit einen Testschaltkreis zur Messung der Stromstärke verbinden, wird ein Messfehler einbezogen. Der Fehler wird von der parallelen Lastspannung des DMMs verursacht. Es entwickelt sich eine Spannung durch den Drahtwiderstand und den Stromwiderstand des Nebenanschlusses des DMMs, wie unten dargestellt.

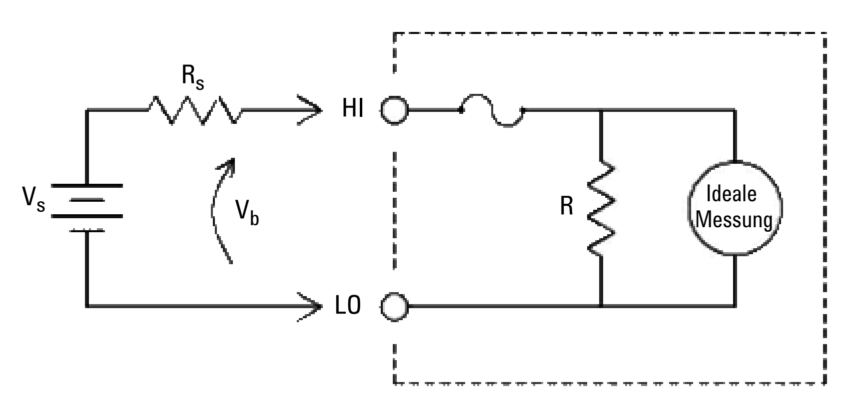


Abbildung 3-3 Lastspannung bei der Messung der Stromstärke

HINWEIS Bei Verwendung im Gehäuse des modularen Keysight USB-Instruments sollte die Nullfunktion des U2741A verwendet werden, um etwaigen Offset aufzuheben. Eine 30-minütige Aufwärmzeit ist laut DC-Spezifikation erforderlich.

Sonstige Quellen für Messfehler

Belastungsfehler (AC-Spannung)

Bei der AC-Spannungsfunktion wird der DMM-Eingang als 1 MΩ-Widerstand parallel mit 100 pF Kapazität angezeigt. Die zum Anschließen von Signalen zum DMM verwendeten Kabel fügen ebenfalls Kapazität und Belastung hinzu.

Bei Niederfrequenzen lautet der Belastungsfehler (Gleichung 2):

$$Error(\%) = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1\ \text{M}\Omega} \qquad (2)$$

Bei Hochfrequenzen lautet der Belastungsfehler (Gleichung 3):

$$Error(\%) = 100 \times \left[\frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \times F \times R_s \times C_{in})}} - 1\right] \qquad (3)$$

R_s = Quellwiderstand
F = Eingangsfrequenz
C_{in} = Eingangskapazität (100 pF) sowie Kabelkapazität

Messungen unter Full Scale

Die exaktesten AC-Messungen können durchgeführt werden, wenn der DMM sich im ausgewählten Bereich bei oder fast bei Full Scale befindet. Die automatische Bereichsauswahl tritt bei 10% (unterer Bereich) und bei 120% (oberer Bereich) von Full Scale auf. So können Sie einige Eingänge bei Full Scale in einem Bereich sowie 10% von Full Scale im nächst höheren Bereich messen. Im Allgemeinen ist die Genauigkeit im unteren Bereich besser. Wählen Sie für die höchste Genauigkeit den niedrigstmöglichen manuellen Bereich für die Messung aus.

Selbsterhitzungsfehler bei Hochspannung

Wenn Sie mehr als 300 Vrms anwenden, tritt eine Selbsterhitzung in den internen Signalformer-Komponenten des DMMs auf. Diese Fehler sind in den DMM-Spezifikationen enthalten.

Temperaturänderungen im DMM aufgrund von Selbsterhitzung können zusätzliche Fehler bei anderen AC-Spannungsbereichen verursachen.

Messfehler bei der AC-Stromstärke (Lastspannung)

Lastspannungsfehler, die bei der DC-Stromstärke auftreten, treten auch bei Messungen der AC-Stromstärke auf. Jedoch ist die Lastspannung aufgrund der DMM-Parallelinduktivität und Ihren Messverbindungen für den AC-Strom höher. Die Lastspannung erhöht sich mit der zunehmenden Eingangsfrequenz. Einige Schaltkreise können bei der Durchführung von Strommessungen aufgrund der DMM-Parallelinduktivität und Ihrer Messverbindungen oszillieren.

Messfehler bei Niederspannungen

Beim Messen von AC-Spannungen unter 100 mV muss beachtet werden, dass diese Messung besonders anfällig für Fehler bei externen Rauschquellen sind. Eine ungeschützte Messleitung agiert als Antenne. Durch die ordnungsgemäße Funktionsweise des DMM werden die empfangenen Signale gemessen. Der gesamte Messweg, einschließlich des Stromkabels, fungieren als Rahmenantenne. Der zirkulierende Strom in der Schleife erzeugt fehlerhafte Spannungen über jede Impedanz parallel mit dem DMM-Eingang. Aus diesem Grund sollten Sie nur AC-Niederspannungen auf den DMM über abgeschirmte Kabel anwenden. Die Abschirmung sollten an den Eingang LO angeschlossen werden.

Stellen Sie sicher, dass der DMM und die AC-Quelle gegebenenfalls an denselben elektrischen Ausgang angeschlossen sind. Reduzieren Sie unvermeidbare Erdungsschleifen so weit wie möglich. Eine Spannungsquelle mit hoher Impedanz ist rauschanfälliger als Spannungsquellen mit niedriger Impedanz. Sie können Spannungsquellen mit hoher Impedanz reduzieren, indem Sie einen Kondensator mit den DMM-Eingang parallel schalten. Gegebenenfalls müssen Sie etwas experimentieren, um den korrekten Kondensatorwert für Ihre Anwendung zu erhalten.

Externes Rauschen hängt meistens nicht in Zusammenhang mit dem Eingangssignal. Sie können die Fehler wie unten beschrieben (Gleichung 4) bestimmen:

$$Voltage\ Measured = \sqrt{{V_{in}}^2 + Noise^2} \tag{4}$$

Korreliertes Rauschen ist selten, wirkt sich aber besonders negativ aus. Korreliertes Rauschen wird immer direkt zum Eingangssignal hinzugefügt. Das Messen eines Niederspannungssignals mit derselben Frequenz wie das lokale Stromkabel ist allgemein üblich und fehleranfällig.

4
Eigenschaften und Spezifikationen

In diesem Kapitel werden die Produktmerkmale und die Betriebsspezifikationen des U2741A beschrieben.



Diese Spezifikationen gelten nur bei Verwendung des Modularer USB-Digital-Multimeter U2741A in einer Umgebung, die *frei* ist von elektromagnetischen Störungen und elektrostatischer Ladung.

Bei Verwendung des Messgeräts in einer Umgebung, wo elektromagnetische Störungen oder wesentliche elektrostatische Ladung auftreten, kann die Messgenauigkeit reduziert sein.

HINWEIS

- Die Spannungsmesssonden sind nicht abgeschirmt und können als Antennen fungieren, die es ermöglichen, elektromagnetische Störungen zum gemessenen Signal hinzuzufügen.
- Elektrostatische Entladungen von 4000 V oder höher können dazu führen, dass der Multimeter vorübergehend nicht antwortet, was fehlende oder fehlerhafte Messwerte zur Folge haben kann.

Produkteigenschaften

REMOTESCHNITTSTELLE [1]	• Hi-Speed USB 2.0 • Geräteklasse USBTMC 488.2 [2][5]
ENERGIEVERBRAUCH	• +12 V DC, maximal 2 A • Isolierte ELV-Spannungsquelle
BETRIEBSUMGEBUNG	• Ein Jahr volle Genauigkeit der Spezifikationen bei 18 °C bis 28 °C bei 50% relativer Luftfeuchtigkeit • Höhe bis zu 2000 Meter • Verschmutzungsgrad 2 • Ausschließlich für den Innengebrauch
LAGERUNGSTEMPERATUR	• -20 °C bis +70 °C • Relative Luftfeuchtigkeit bei 5 % bis 90 % RH (keine Kondensation)
SICHERHEITSNORMEN	Zertifiziert nach: • IEC 61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2. Ausgabe) • Kanada: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04 • USA: ANSI/UL 61010-1:2004
MESSNORMEN	Überspannungsschutz CAT II 300 V
EMV-RICHTLINIEN	• IEC 61326-2002/EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003 • Kanada: ICES-001:2004 • Australien/Neuseeland: AS/NZS CISPR11:2004
GLEICHTAKTUNTERDRÜCKUNGS VERHÄLTNIS (CMRR)	• DC CMRR >120 dB mit 1k unausgeglichener Last • AC CMRR >70 dB bei 50/60 Hz ±0,1 % mit 1k unausgeglichener Last
SERIENSTÖRSPANNUNGSUNTER DRÜCKUNGVERHÄLTNIS (NMRR)	• >60 dB bei 50/60 Hz ±0,1%[3] • >0 dB bei 50/60 Hz ±0,1% [4]
STOSS UND VIBRATION	Geprüft nach IEC / EN 60068-2
E/A-ANSCHLUSS	Vier Bananenstecker
ABMESSUNGEN (B × T × H)	• 105,00 mm x 175,00 mm x 11,50 mm (ohne Stoßschutzvorrichtungen) • 117,00 mm x 180,00 mm x 41,00 mm (mit Stoßschutzvorrichtungen)
GEWICHT	• 451 g (ohne Stoßschutz) • 509 g (mit Stoßschutz)

GARANTIE	• Siehe hierzu http://www.keysight.com/go/warranty_terms ◦ 3 Jahre für das Produkt ◦ 3 Monate auf Standardzubehör des Produkts, sofern nicht anders angegeben • Beachten Sie, dass Folgendes nicht im Rahmen der Produktgarantie abgedeckt wird: ◦ Schaden durch Verunreinigung ◦ Normale Abnutzung der mechanischen Komponenten ◦ Handbücher
KALIBRIERUNG	Es wird ein Kalibrierungsintervall von 1 Jahr empfohlen.
Messkategorie	Der modulare DMM U2741A ist für Messungen in der Kategorie II, 300 V vorgesehen.
Messkategoriedefinition	Zur Messkategorie I (CAT I) gehören Messungen, die an Stromkreisen ausgeführt werden, die nicht direkt mit HAUPTSTROMLEITUNGEN verbunden sind. Beispiele sind Messungen an Stromkreisen, die nicht von HAUPTSTROMLEITUNGEN abgeleitet sind und von HAUPTSTROMLEITUNGEN abgeleitete Stromkreise, die besonders gesichert sind (intern). Zur Messkategorie II (CAT II) gehören Messungen, die an Stromkreisen ausgeführt werden, die direkt mit der Niederspannungsinstallation verbunden sind. Beispiele sind Messungen an Haushaltsgeräten, tragbaren und ähnlichen Geräten. Zur Messkategorie III (CAT III) gehören Messungen, die bei der Installation durchgeführt werden. Beispiele sind Messungen an Verteilungen, Trennschaltern, Verkabelungen, einschließlich Kabel, Stromanschlüssen, Abzweigdosen, Schaltern, Steckdosen in festen Installationen und Geräte für den industriellen Gebrauch sowie einige andere Geräte einschließlich stationärer Motoren mit ständiger Verbindung zu festen Installationen. Zur Messkategorie IV (CAT IV) gehören Messungen, die an der Quelle der Niederspannungsinstallation vorgenommen werden. Beispiele sind Stromzähler und Messungen an primären Überspannungsschutzgeräten und Wellenkontrolleinheiten.

[1] Remoteverbindungen mit Keysight E5813A siehe Kapitel 1.

[2] Nur mit Microsoft Windows-Betriebssystemen kompatibel.

[3] Verfügbar für NPLC > 1

[4] für NPLC 0,2 und 0,02 verfügbar

[5] Erfordert eine direkte USB-Verbindung mit dem PC, sodass der entsprechende Treiber im modularen USB-Gerät oder USB-DAQ-Modul installiert werden kann

Produktspezifikationen

DC-Spezifikationen[1]

Tabelle 4-1 DC-Genauigkeit

Funktion	Bereich	Eingangsimpedanz	Teststrom/ Lastspannung, Widerstand des Nebenanschlusses	Genauigkeit (± % des Messwerts + % des Bereichs)	Temperaturkoeffizient 0 °C bis 18 °C 28 °C bis 55 °C
Spannung[2]	100,000 mV	10 MΩ	-	0,015 + 0,008	0,002 + 0,0008
	1,00000 V	10 MΩ	-	0,015 + 0,005	0,001 + 0,0005
	10,0000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,002 + 0,0005
	100,000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,002 + 0,0005
	300,000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,0015 + 0,0005
Strom[3]	10,0000 mA	-	< 0,2 V, 10 Ω	0,06 + 0,015	0,005 + 0,0025
	100,000 mA	-	< 0,2 V, 1 Ω	0,06 + 0,005	0,008 + 0,002
	1,00000 A	-	< 0,3 V, 0,1 Ω	0,15 + 0,007	0,005 + 0,002
	2,0000 A	-	< 0.8 V, 0,1 Ω	0,15 + 0,007	0,005 + 0,002
Widerstand[4]	100,000 Ω	-	1,0 mA	0,03 + 0,008	0,006 + 0,0008
	1,00000 kΩ	-	1,0 mA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	10,0000 kΩ	-	100 µA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	100,000 kΩ	-	10.0 µA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	1,00000 MΩ	-	1 µA	0,06 + 0,005	0,01 + 0,0005
	10,0000 MΩ	-	225 nA	0,25 + 0,005	0,025 +0,0005
	100,000 MΩ	-	225 nA	2,0 + 0,005	0,3 + 0,0005
Diodentest[5]	1,0000 V	-	1,00mA	0,015 + 0,03	0,005 + 0,0005
Durchgangstest[6]	1,0000 kΩ	-	1,00mA	0,05 + 0,03	0,005 + 0,0005

[1] Spezifikationen basieren auf 30-minütiger Aufwärmzeit, NPLC 20-Auflösung und einer Kalibrierungstemperatur von 18 °C bis 28 °C. Bei NPLC 0 und 0,025 fügen Sie einen Bereich von 0,01 % hinzu.

[2] 120 % über den Bereich für alle Bereiche außer 300 V DC. Eingangsschutz bis zu 300 V DC.

[3] Eingangsschutz mit extern zugänglicher, schnell reagierender Sicherung 2 A, 250 V.

[4] Spezifikationen für 4-Draht-Widerstand oder 2-Draht-Widerstand mit Nullfunktion in der KMM-Software. Wird die NULL-Funktion in der KMM-Software nicht verwendet, fügen Sie den zusätzlichen Fehler 0,2 Ω hinzu. Eingangsschutz bis zu 300 V DC. Spezifikationen gelten für NPLC ≥ 1.

[5] Spezifikationen nur für die gemessene Spannung an den Eingängen.

[6] Durchgangsschwellenwert ist auf weniger als 10 Ω festgelegt.

Anmerkungen zur DC-Stromeinschwingung

Der Wechsel von > 1 A zu einer niedrigeren Stromstärke kann einen zusätzlichen Fehler von etwa 0,3 % der Messung aufgrund von Selbsterwärmung zur Folge haben und es erfolgt eine allgemeine Ableitung innerhalb einer Minute.

AC-Spezifikationen[1]

Tabelle 4-2 AC-Genauigkeit für Spannung

Funktion	Bereich	Genauigkeit (% des Messwerts + % des Bereichs) Frequenz (Hz)			
		20 ~ 45	45 ~ 10k	10k ~ 30k	30k ~ 100k[3]
Spannung[2]	100,000 mVrms	1 + 0,1	0,2 + 0,1	1,5 + 0,3	5,0 + 0,3
	1,00000 V	1 + 0,1	0,2 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	10,0000 V	1 + 0,1	0.3 + 0.1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	100,000 V	1 + 0,1	0.3 + 0.1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	250,000 V[4]	1 + 0,1	0.3 + 0.1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2

[1] Spezifikationen basieren auf 30-minütiger Aufwärmzeit und einer Kalibrierungstemperatur von 18 °C bis 28 °C. Im manuellen Bereich beträgt die Einschwingzeit 2,6 Sekunden in der automatischen Bereichsauswahl, die erste Messgenauigkeit beträgt < 1 %.

[2] Spezifikationen für Sinuswelleneingänge von mehr als 5 % des Bereichs. 120 % über den Bereich für alle Bereiche außer 250 V DC. Maximaler Scheitelfaktor bei 5 bei Full Scale. Eingangsimpedanz beträgt 1 MΩ parallel mit einer Kapazität von weniger als 120 pF, AC-gekoppelt mit bis zu 300 V DC.

[3] Zusätzlicher Fehler kann hinzugefügt werden, da die Frequenz mehr als 30 kHz und der Signaleingang weniger als 10 % des Bereichs betragen. 30 kHz bis 100 kHz: 0,003 % von Full Scaleper kHz.

[4] Eingangssignal beträgt höher als 50 Vrms.

Tabelle 4-3 Temperaturkoeffizient für Spannung

		Frequenz (Hz)			
	Bereich	**20 ~ 45**	**45 ~ 10k**	**10k ~ 30k**	**30k ~ 100k**
Temperatur-koeffizient	100,000 mVrms, 1,00000 V, 10,0000 V, 100,000 V, 250,000 V	0.02 + 0.02	0.02 + 0.02	0.05 + 0.02	0.1 + 0.02

Tabelle 4-4 AC-Genauigkeit für Stromstärke [1]

Funktion	Bereich	Lastspannung/Stromnebenanschluss	Genauigkeit (% des Messwerts + % des Bereichs) Frequenz (Hz)		
			20 ~ 45	**45 ~ 1k**	**1k ~ 10k**
Strom[2]	10,0000 mA	< 0,2 V, 10 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	100,000 mA	< 0,2 V, 1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	1,00000 A	< 0,3 V, 0,1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	2,0000 A	< 0.8 V, 0,1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2

[1] In der manuellen Bereichsauswahl beträgt die Einschwingzeit 2,6 Sekunden in der automatischen Bereichsauswahl, die erste Messgenauigkeit beträgt < 1%.

[2] Eingangsschutz mit extern zugänglicher, schnell reagierender Sicherung 2 A, 250 V.

Tabelle 4-5 Temperaturkoeffizient für Strom

		Frequenz (Hz)		
	Bereich	**20 ~ 45**	**45 ~ 10k**	**10k ~ 30k**
Temperaturkoeffizient	10,0000 mA, 100,000 mA, 1,00000 A, 2,0000 A	0.02 + 0.02	0.02 + 0.02	0.02 + 0.02

Frequenzspezifikationen[1]

Tabelle 4-6 Frequenzgenauigkeit

Funktionen	Bereich	Genauigkeit (% des Messwerts + % des Bereichs)	MinimaleEingangsfrequenz	Temperaturkoeffizient (%)
Frequenz	20 bis 300 kHz	0,0200 + 0,003	1 Hz	0,005

Tabelle 4-7 Frequenzempfindlichkeit für AC-Spannung

Funktionen	Eingangsbereich	Minimale Empfindlichkeit (RMS-Sinuskurve) Frequenz (Hz)	
		20 ~ 100 k	**100 ~ 300 k**
AC-Spannung	100 mV [2]	20 mV	20 mV
	1 V	100 mV	120 mV
	10 V	1 V	1,2 V
	100 V	10 V	20 V
	250 V	100 V	120 V

[1] Frequenzmessung kann nur in der automatischen Bereichsauswahl durchgeführt werden. Spezifikationen basieren auf einer halbstündlichen Aufwärmzeit mit Aperturzeit von 1 Sekunde. Messmethode mit reziproker Zähltechnik und AC-gekoppeltem Eingang bei AC-Spannungsfunktion. Gate-Zeit von 0,1 Sekunde oder 1 Sekunde.

[2] nur für Rechteckwellenmessung verfügbar.

Temperaturspezifikationen

Tabelle 4-8 Temperaturgenauigkeit

Funktion	Thermistortyp	Bereich	Genauigkeit	Temperaturkoeffizient
Temperatur	5 kΩ Thermistor	-80.0 °C bis 150,0 °C -112 °F bis 302 °F	Sondengenauigkeit + 0,2 %	0.002 °C

www.keysight.com

Kontaktdaten

Um unsere Services, Garantieleistungen oder technische Unterstützung in Anspruch zu nehmen, rufen Sie uns unter einer der folgenden Nummern an, oder senden Sie uns ein Fax:

Vereinigte Staaten:
(Tel) 800 829 4444 (Fax) 800 829 4433
Kanada:
(Tel) 877 894 4414 (Fax) 800 746 4866
China:
(Tel) 800 810 0189 (Fax) 800 820 2816
Europa:
(Tel) 31 20 547 2111
Japan:
(Tel) (81) 426 56 7832 (Fax) (81) 426 56 7840
Korea:
(Tel) (080) 769 0800 (Fax) (080) 769 0900
Lateinamerika:
(Tel) (305) 269 7500
Taiwan:
(Tel) 0800 047 866 (Fax) 0800 286 331
Andere Länder im Asien-Pazifik-Raum:
(Tel) (65) 6375 8100 (Fax) (65) 6755 0042

Oder besuchen Sie uns im Internet unter:
www.keysight.com/find/assist

Änderungen der Produktspezifikationen und -beschreibungen in diesem Dokument vorbehalten. Die aktuelle Version finden Sie stets auf der Keysight-Website.

8. Auflage, Januar 2015





U2741-90002
www.keysight.com

